



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0086888
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 12월 30일
Date of Application DEC 30, 2002

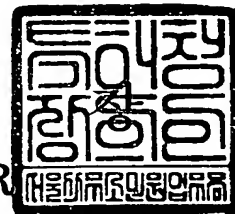
출원인 : 동부전자 주식회사
Applicant(s) DONGBU ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 10 월 04 일

특 허 청

COMMISSIONER





【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0005
【제출일자】	2002.12.30
【발명의 명칭】	화학 기계적 연마 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	Apparatus and method of chemical mechanical polishing
【출원인】	
【명칭】	동부전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-106725-7
【대리인】	
【성명】	김영철
【대리인코드】	9-1998-000040-3
【포괄위임등록번호】	2001-037703-7
【대리인】	
【성명】	김순영
【대리인코드】	9-1998-000131-1
【포괄위임등록번호】	2001-037700-5
【대리인】	
【성명】	이준서
【대리인코드】	9-1998-000463-0
【포괄위임등록번호】	2001-037697-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이지명
【성명의 영문표기】	LEE, Ji Myong
【주민등록번호】	730927-1069112
【우편번호】	120-132
【주소】	서울특별시 서대문구 북가좌2동 295-14
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 김영철 (인) 대리인 김순영 (인) 대리인 이준서 (인)



2020086888

출력 일자: 2003/10/13

【수수료】

【기본출원료】 17 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 0 항 0 원

【합계】 29,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 화학 기계적 연마 공정의 수행에 있어서 웨이퍼 표면의 스크래치 등을 최소화할 수 있는 화학 기계적 연마 장치 및 방법에 관한 것으로서,

본 발명의 화학 기계적 연마 장치는 상부에 다공질의 연마 패드를 구비하며 소정의 구동수단에 의해 회전 운동하는 회전 정반;과, 상기 회전 정반 내부에 구비되어 일측이 상기 다공질의 연마 패드 하부에 연결되어 공기를 유입시키는 공기 유입관을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

【대표도】

도 2

【색인어】

CMP, 버블

【명세서】

【발명의 명칭】

화학 기계적 연마 장치 및 방법{Apparatus and method of chemical mechanical polishing}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 기술에 따른 화학 기계적 연마 장치의 구성도.

도 2는 본 발명에 따른 화학 기계적 연마 장치의 구성도.

도 3은 본 발명에 따른 화학 기계적 연마 방법을 설명하기 위한 흐름도.

<도면의 주요 부분에 대한 설명>

100 : 화학 기계적 연마 장치

101 : 회전 정반

102 : 연마 패드

103 : 웨이퍼

110 : 캐리어 헤드

111 : 리테이닝 링

120 : 패드 컨디셔너

130 : 슬러리 분사노즐

201 : 공기 유입관

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <10> 본 발명은 화학 기계적 연마 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 화학 기계적 연마 공정의 수행에 있어서 웨이퍼 표면의 스크래치 등을 최소화할 수 있는 화학 기계적 연마 장치 및 방법에 관한 것이다.
- <11> 반도체 소자의 고집적화와 고속도화로 인한 금속배선간 절연물질의 광역 평탄화를 위하여 도입된 화학기계적연마(Chemical Mechanical Polishing; CMP) 장치는 연마패드(Polishing Pad)와 슬러리(Slurry)를 사용하여 웨이퍼를 연마하는 장치이다.
- <12> 즉, 회전하는 연마패드 상에 회전운동과 수평 요동운동을 동시에 행하는 캐리어 헤드(Carrier head) 하면에 부착된 웨이퍼를 접촉시키면 헤드의 자체하중 및 인가되는 가압력에 의해 웨이퍼의 기계적인 연마가 이루어진다. 이때, 수평 요동운동은 연마패드상의 중앙부와 외주를 직선 왕복하는 운동으로 정의한다.
- <13> 그리고, 이와 동시에 연마패드 상에는 연마액인 슬러리가 공급되고, 슬러리가 웨이퍼와 연마패드 사이의 미세한 틈 즉, 연마패드의 기공 내로 유입되어 화학반응을 일으킴으로써 웨이퍼를 화학적으로 연마시키는 것이다.
- <14> 그리고, 연마가 진행될수록 단위시간당의 웨이퍼 연마량이 감소하게 되어 연마속도가 느려지는데 이를 방지하기 위해 100~200 um크기를 갖는 다수개의 다이아몬드가 부착된 디스크(disk) 형상의 패드 컨디셔너(Pad Conditioner)를 연마패드 상면에 가압 접촉시켜 연마패드의 표면상태를 회복시켜 주는데 이를 패드 컨디셔닝(Pad Conditioning)이라 한다.



- <15> 이하, 종래의 기술에 의한 화학기계적연마 장치에 대해 설명한다.
- <16> 도 1은 종래 화학기계적연마 장치의 정면도이다.
- <17> 종래의 화학기계적연마 장치에서는 하면에 웨이퍼(103)를 흡착하여 고정하는 캐리어 헤드(110)가 제공된다. 캐리어 헤드(110)는 접착성을 띠며 캐리어 헤드 하면 중앙에 부착된 캐리어 필름(도시하지 않음)과, 캐리어 필름 하면에 접착되어 고정되는 웨이퍼(103)와, 캐리어 필름 및 웨이퍼(103) 주변으로 설치되도록 캐리어 헤드(110) 하면에 접착되는 고리형의 리테이닝 링(111)으로 이루어지며 구동수단(미도시)에 연결되어 있다.
- <18> 그리고, 리테이닝 링(Retaining ring)(111)은 캐리어 필름에 흡착, 고정된 웨이퍼(103)가 연마도중 캐리어 헤드를 이탈하는 것을 방지한다. 또, 리테이닝 링(111)은 캐리어 헤드(110) 중앙부분으로 크게 작용하는 수직 가압력을 캐리어 헤드의 주변부분으로 분산시키는 역할도 한다.
- <19> 캐리어 헤드(110) 하부로 이격된 위치에는 회전정반(101)이 설치되며 회전정반 상면에는 폴리우레탄(Poly-Urethan) 재질의 연마패드(102)가 부착된다. 또, 회전정반(101)에서 상부로 이격된 위치에는 연마 중 슬러리를 공급할 수 있도록 슬러리 분사노즐(9)이 설치되어 있으며, 연마패드(102)상의 소정위치에는 패드 컨디셔너(10)가 캐리어 헤드와 별도로 설치되어 있다.
- <20> 웨이퍼(103) 연마작업이 시작되면 상면에 연마패드(102)가 부착된 상태에서 회전정반(101)이 회전하고, 캐리어 헤드(110)는 웨이퍼(103)와 연마패드(102)가 접촉할 때까지 하향하여 웨이퍼(103)를 연마패드(102)에 접촉시킨 후 구동수단(미도시)에 의해 자체 회전운동 및 수평 요동운동을 동시에 수행한다.

- <21> 이와 동시에 슬러리 분사노즐(130)에서는 슬러리가 분사되어 연마패드(102) 상으로 공급되며 웨이퍼(103)의 기계적 연마와 더불어 슬러리와 웨이퍼 막 간의 화학반응에 의한 화학적 연마가 함께 진행된다.
- <22> 그리고, 웨이퍼(103)의 연마작업이 끝나 후, 또는 연마 작업이 진행되는 도중에 연마도가 떨어진 연마패드(102)의 연마도를 높여주기 위한 패드 컨디셔닝(pad conditioning) 작업이 이루어진다.
- <23> 회전정반(101) 상부에 설치된 패드 컨디셔너(120)는 캐리어 헤드(110)와는 별도로 구비된 구동수단에 연결되어 자체 회전하면서 회전중인 연마패드(102) 상에 가압접촉 함으로써 연마패드(102) 표면 상태를 회복시켜준다.
- <24> 그러나, 상기와 같은 화학 기계적 연마 공정을 진행하는 과정에서, 공정 수행상 웨이퍼가 연마 패드에 밀착될 수밖에 없고 또한, 회전등의 기계적 작용이 필수적으로 요구됨에 따라 웨이퍼 상에 원하지 않는 스크래치 등의 문제를 야기하게 된다. 그리고, 웨이퍼 상에 있어서 균일한 연마가 이루어지지 않고 부분적인 과도한 연마, 미비한 연마가 발생할 가능성이 상존한다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <25> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로서, 화학 기계적 연마 공정의 수행에 있어서 웨이퍼 표면의 스크래치 등을 최소화할 수 있는 화학 기계적 연마 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <26> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 화학 기계적 연마 장치는 상부에 다공질의 연마 패드를 구비하며 소정의 구동수단에 의해 회전 운동하는 회전 정반;과, 상기 회전 정반 내부에 구비되어 일측이 상기 다공질의 연마 패드 하부에 연결되어 공기를 유입시키는 공기 유입관을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- <27> 본 발명의 화학 기계적 연마 방법은 웨이퍼를 흡착한 상태에서 상기 웨이퍼를 소정의 연마 패드에 가압 회전시킴과 동시에 상기 연마 패드 상에 슬러리를 분사하여 웨이퍼의 패턴을 평탄화시키는 화학 기계적 연마 방법에 있어서, 상기 웨이퍼를 로딩시키는 단계;와, 상기 연마 패드 상에 슬러리를 분사함과 동시에 상기 웨이퍼를 연마 패드와 접촉, 회전시켜 제 1 평탄화 과정을 진행하는 단계;와, 상기 웨이퍼를 연마 패드와 소정 거리 이격시키는 단계;와, 상기 연마 패드 하부에 공기를 유입시켜 상기 연마 패드 상의 슬러리에 버블을 발생시킴과 동시에 상기 웨이퍼를 회전하여 제 2 평탄화 과정을 진행하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- <28> 바람직하게는, 상기 제 2 평탄화 과정에 있어서 상기 연마 패드 상의 슬러리의 농도를 제 1 평탄화 과정에서의 슬러리 농도보다 높게 유지하는 것을 특징으로 한다.
- <29> 바람직하게는, 상기 웨이퍼와 연마 패드의 이격 거리는 5~10 mm 정도로 하는 것을 특징으로 한다.
- <30> 바람직하게는, 상기 제 1 평탄화 과정에서의 슬러리 농도는 제 2 평탄화 과정에서의 슬러리 농도보다 2~3배 정도 높은 것을 특징으로 한다.

- <31> 바람직하게는, 상기 제 1 평탄화 과정으로 연마되는 웨이퍼 상의 패턴 두께는 목표 연마 두께의 70~80% 정도인 것을 특징으로 한다.
- <32> 본 발명의 특징에 따르면, 스크래치와 무관한 영역에서의 평탄화는 기존과 같은 평탄화 공정을 적용시키고 실질적으로 평탄화 공정 이후에 드러나는 웨이퍼의 표면에 근접한 영역에서는 스크래치가 발생되지 않도록 상기와 같은 2차 평탄화 과정을 진행시킴으로써 웨이퍼 표면의 안정적인 평탄화를 구현할 수 있게 된다.
- <33> 이하, 도면을 참조하여 본 발명에 따른 화학 기계적 연마 장치 및 방법을 상세히 설명하기로 한다.
- <34> 도 2는 본 발명에 따른 화학 기계적 연마 장치의 구성도이다. 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 화학 기계적 연마 장치(100)는 기본적으로 웨이퍼(103)의 연마 공정의 진행될 수 있는 공간을 제공하는 회전 정반(101)을 구비한다. 상기 회전 정반(101)은 화학 기계적 연마 공정의 진행시 소정의 속도로 회전하여, 연마 공정이 원활히 진행되는 역할도 수행한다.
- <35> 상기 회전 정반(101)의 상부에는 연마 패드(102)가 구비되어 있다. 상기 연마 패드(102)는 폴리우레탄이나 폴리 텍스와 같은 재질로 이루어져 있으며 연마 패드(102)의 경도와 밀도는 연마될 표면의 재료에 따라 선택적으로 적용된다. 또한, 상기 연마 패드(102)는 스폰지와 같은 다공질의 형태를 갖는다.
- <36> 상기 회전 정반(101) 내부의 소정 위치에는 공기 유입관(201)이 구비되어 있다. 상기 공기 유입관(201)의 일측은 소정의 펌프와 연결되어 있어 펌프로부터 제공되는 공기를 공기 유입관(201)의 또 다른 일측에 연결되어 있는 상기 연마 패드(102) 하부로 분출시킨다. 연마 패드(102) 하부로 유입된 공기들은 연마 패드(102)의 다공질 특성에 의해 연마 패드(102) 내부를

통과하여 연마 패드(102) 상부로 분출되게 된다. 연마 패드(102) 상부로 분출된 공기는 화학 기계적 연마 공정 진행시 연마 패드(102) 상부에 분사되는 슬러리로 들어가게 되어 소정의 버블을 발생시키는 역할을 한다.

<37> 한편, 상기 연마 패드(102) 상부에는 웨이퍼(103)를 흡착하여 고정시키는 캐리어 헤드(110)가 구비되어 있다. 상기 캐리어 헤드(110)는 접착성을 띠며 캐리어 헤드(110) 하면 중앙에 부착된 캐리어 필름과, 캐리어 필름 하면에 접촉되어 고정되는 웨이퍼(103)와, 캐리어 필름 및 웨이퍼(103) 주변으로 설치되도록 캐리어 헤드(110) 하면에 접촉되는 고리형의 리테이닝 링(retaining ring)(111)으로 이루어지며 구동 수단(도시하지 않음)에 연결되어 있다.

<38> 또한, 상기 연마 패드(102) 상부의 소정 거리 이격된 위치에는 연마 중 슬러리를 공급할 수 있도록 슬러리 분사노즐(130)이 설치되어 있다.

<39> 본 발명의 구성에 있어서, 상기와 같이 회전 정반(101) 내부에 공기 유입관(201)이 구비되어 있음에 따라, 슬러리를 연마 패드(102) 상에 분사하고 캐리어 헤드(110)를 수평 회전운동 시킴과 동시에 회전 정반(101)을 구동시켜 본격적인 화학 기계적 연마 공정을 수행하는 과정에서, 공기 유입관(201)으로부터 연마 패드(102) 하부에 공기가 유입되고 유입된 공기는 연마 패드(102) 상부에 분사되어 있는 슬러리 내부로 분출되어 버블을 발생시키게 된다. 발생된 버블은 연마 공정 수행시 웨이퍼(103) 표면의 손상을 완화시켜 주는 역할을 하여 궁극적으로 웨이퍼(103) 표면 상의 스크래치 발생을 저하시키게 된다.

<40> 한편, 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명의 화학 기계적 연마 장치를 이용한 화학 기계적 연마 방법을 설명하면 다음과 같다. 도 3은 본 발명의 화학 기계적 연마 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.



- <41> 도 3에 도시한 바와 같이, 먼저 웨이퍼(103)를 화학 기계적 연마 장치에 로딩시킨다. 여기서, 로딩시킨다는 의미는 본격적인 화학 기계적 연마 공정이 진행되기 전까지의 단계를 말하는 것으로서, 캐리어 헤드(110)가 웨이퍼(103)를 흡착한 상태를 말한다.
- <42> 이와 같이, 웨이퍼(103)가 로딩된 상태에서 상기 연마 패드(102) 상에 슬러리 분사노즐(130)을 통해 슬러리를 분사한다. 슬러리를 연마 패드(102) 상에 분사한 다음, 상기 회전 정반(101)을 회전시킴과 동시에, 상기 웨이퍼(103)를 흡착하고 있는 캐리어 헤드(110)를 웨이퍼(103)가 상기 연마 패드(102)와 접촉할 때까지 하향하여 웨이퍼(103)를 연마 패드(102)에 접촉시켜 구동수단(도시하지 않음)에 의해 자체 회전 운동 및 수평 요동운동을 수행한다. 여기까지의 과정을 1차 평탄화 과정이라 칭한다. 이 때, 상기 슬러리는 세륨 산화물(CeO_2) 5wt%에 초순수를 희석한 것을 사용하는데, 희석 비율은 1 : 10 정도이다.
- <43> 1차 평탄화 과정을 통해 웨이퍼(103)의 패턴이 평탄화되는 두께는 예정된 평탄화 두께의 70~80% 정도이다.
- <44> 상기와 같이 소정의 1차 평탄화 과정을 수행한 다음, 2차 평탄화 과정을 진행하는데, 2차 평탄화 과정은 전술한 본 발명의 중요한 구성 요소인 공기 유입관(201)을 이용하는 공정이다.
- <45> 1차 평탄화 과정을 마친 상태에서, 상기 연마 패드(102) 상에 존재하는 슬러리에 세륨 산화물과 같은 슬러리 용액을 더 공급하여 세륨 산화물과 초순수 비율이 1차 평탄화 과정에서 보다 높게 유지한다. 바람직하게는 세륨 산화물과 초순수의 비율을 1 : 3 ~ 1 : 5 정도로 한다.

- <46> 이와 같은 상태에서, 상기 1차 평탄화 과정을 마친 후 연마 패드(102) 상부의 이격된 거리로 복귀된 캐리어 헤드(110)를 재차 하향시켜 캐리어 헤드(110)의 웨이퍼(103)와 연마 패드(102)를 거의 밀착시키도록 한다. 이 때, 상기 웨이퍼(103)와 연마 패드(102)는 밀착되지 않고 소정의 이격 거리를 유지하는데 그 거리는 5~10 mm 정도이다. 웨이퍼(103)와 연마 패드(102) 사이를 밀착시키지 않고 이격시키는 이유는 연마 공정시 스크래치와 같은 웨이퍼(103)의 손상을 방지하기 위함이다.
- <47> 웨이퍼(103)와 연마 패드(102)가 소정 거리 이격된 상태에서 2차 평탄화 과정을 진행시킨다. 1차 평탄화 과정에서와 마찬가지로, 회전 정반(101)을 회전시킴과 동시에 캐리어 헤드(110)를 회전, 수평 요동 운동시킨다. 이 때, 상기 공기 유입관(201)으로부터 상기 연마 패드(102) 상부의 슬러리 내부로 공기가 유입되어 슬러리 내에 버블이 형성된다. 상기과 같이 버블이 발생됨에 따라 연마 패드(102)로부터 소정 거리 이격된 웨이퍼(103)에 슬러리가 장입될 수 있게 되고 원활한 화학적 반응이 일어나게 된다.
- <48> 이와 같은 2차 평탄화 과정을 통해 1차 평탄화 과정으로 평탄화된 웨이퍼(103) 패턴의 70~80% 이외의 나머지 두께 즉, 20~30%의 패턴을 평탄화시킨다.
- <49> 본 발명은 평탄화 과정을 1차, 2차로 나누어 실시하고 1차 평탄화 과정에 있어서 예정된 평탄화 두께의 70~80% 만 평탄화시키고 나머지 두께에 대해서는 스크래치의 위험을 줄일 수 있는 2차 평탄화 과정을 적용시킨다.
- <50> 따라서, 스크래치와 무관한 영역에서의 평탄화는 기존과 같은 평탄화 공정을 적용시키고 실질적으로 평탄화 공정 이후에 드러나는 웨이퍼(103)의 표면에 근접한 영역에서는 스크래치가 발생되지 않도록 상기과 같은 2차 평탄화 과정을 진행시킴으로써 웨이퍼(103) 표면의 안정적인 평탄화를 구현할 수 있게 된다.

<51> 또한, 상기 2차 평탄화 과정을 마친 후의 연마 패드(102) 상의 슬러리는 기준에서와 같이 배출시키지 않고 또 다른 웨이퍼(103)의 1차 평탄화 과정에 이용한다.

【발명의 효과】

<52> 상술한 바와 같은 본 발명의 화학 기계적 연마 장치 및 방법은 다음과 같은 효과가 있다.

<53> 스크래치와 무관한 영역에서의 평탄화는 기존과 같은 평탄화 공정을 적용시키고 실질적으로 평탄화 공정 이후에 드러나는 웨이퍼의 표면에 근접한 영역에서는 스크래치가 발생되지 않도록 상기와 같은 2차 평탄화 과정을 진행시킴으로써 웨이퍼 표면의 안정적인 평탄화를 구현할 수 있게 된다. 또한, 2차 평탄화 과정을 진행시킨 후의 슬러리는 재활용할 수 있어 제조 원가를 낮출 수 있게 된다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

상부에 다공질의 연마 패드를 구비하며 소정의 구동수단에 의해 회전 운동하는 회전 정반;

상기 회전 정반 내부에 구비되어 일측이 상기 다공질의 연마 패드 하부에 연결되어 공기를 유입시키는 공기 유입관을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 장치.

【청구항 2】

캐리어 헤드가 웨이퍼를 흡착한 상태에서 상기 웨이퍼를 소정의 연마 패드에 가압 회전 시킴과 동시에 상기 연마 패드 상에 슬러리를 분사하여 웨이퍼의 패턴을 평탄화시키는 화학 기계적 연마 방법에 있어서,

상기 웨이퍼를 로딩시키는 단계;

상기 연마 패드 상에 슬러리를 분사함과 동시에 상기 웨이퍼를 연마 패드와 접촉, 회전시켜 제 1 평탄화 과정을 진행하는 단계;

상기 웨이퍼를 연마 패드와 소정 거리 이격시키는 단계;

상기 연마 패드 하부에 공기를 유입시켜 상기 연마 패드 상의 슬러리에 버블을 발생시킴과 동시에 상기 웨이퍼를 회전하여 제 2 평탄화 과정을 진행하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 방법.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서, 상기 제 2 평탄화 과정에 있어서 상기 연마 패드 상의 슬러리의 농도를 제 1 평탄화 과정에서의 슬러리 농도보다 높게 유지하는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 방법.

【청구항 4】

제 2 항에 있어서, 상기 웨이퍼와 연마 패드의 이격 거리는 5~10 mm 정도로 하는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 방법.

【청구항 5】

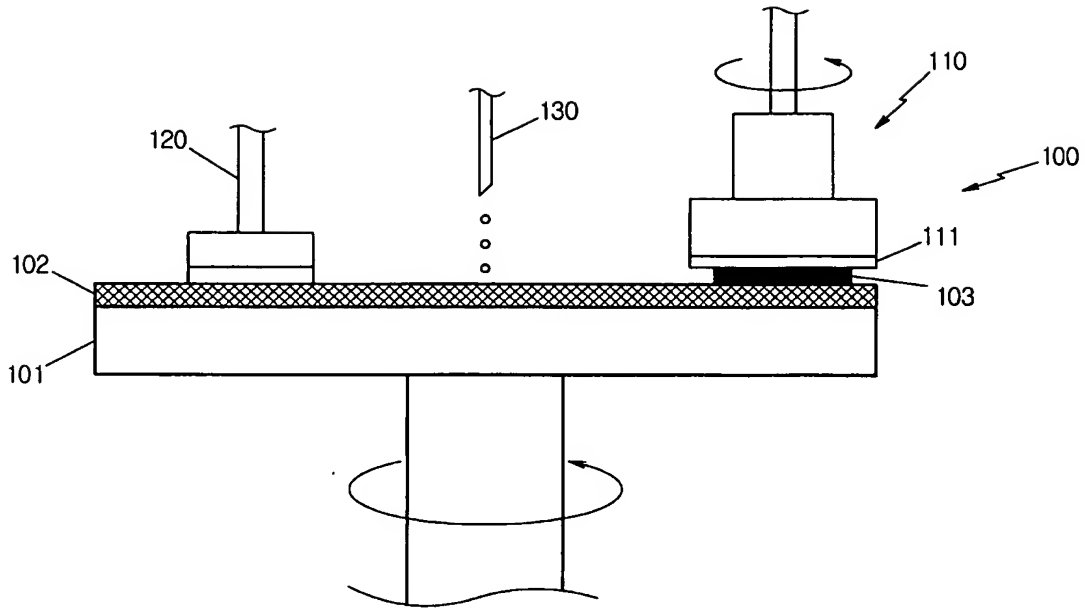
제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 제 1 평탄화 과정에서의 슬러리 농도는 제 2 평탄화 과정에서의 슬러리 농도보다 2~3배 정도 높은 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 방법.

【청구항 6】

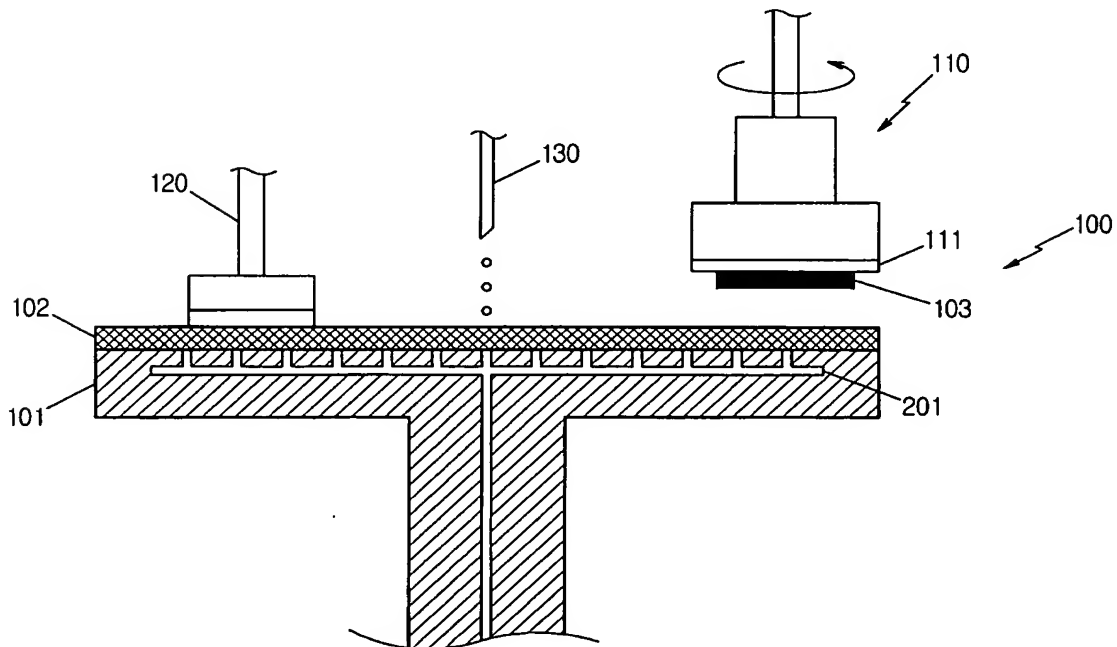
제 1 항에 있어서, 상기 제 1 평탄화 과정으로 연마되는 웨이퍼 상의 패턴 두께는 목표 연마 두께의 70~80% 정도인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 방법.

【도면】

【도 1】



【도 2】



【도 3】

